



**University of  
Zurich**<sup>UZH</sup>

**Zurich Open Repository and  
Archive**

University of Zurich  
University Library  
Strickhofstrasse 39  
CH-8057 Zurich  
[www.zora.uzh.ch](http://www.zora.uzh.ch)

---

Year: 2014

---

## **Apparative Hightech-Verfahren bei Glaukom**

Funk, J ; Töteberg, M ; Langenegger, S

Posted at the Zurich Open Repository and Archive, University of Zurich

ZORA URL: <https://doi.org/10.5167/uzh-98738>

Journal Article

Originally published at:

Funk, J; Töteberg, M; Langenegger, S (2014). Apparative Hightech-Verfahren bei Glaukom. Ophthalmologische Nachrichten:14-15.

# Apparative Hightech-Verfahren bei Glaukom

Früherkennung und Follow-up: **OCT und GDx** als ergänzende Standbeine in der Standard-Diagnostik

**ZÜRICH (CH)** Das Glaukom stellt weltweit nach wie vor eine der Hauptursachen für irreversible Erblindung dar. In der Regel ist der Pathomechanismus ein erhöhter Abflusswiderstand im Trabekelmaschenwerk, wohingegen die Kammerwasserproduktion im Laufe des Lebens weitestgehend konstant bleibt.

Die einzige nicht invasive Therapie mit Evidenz ist die medikamentöse Augendrucksenkung. Operativ kommen verschiedene Therapien in Betracht. Als Goldstandard gilt die Trabekulektomie. Im

das Zeiss Stratus OCT vervierfachte 2002 diese Geschwindigkeit. Das Stratus OCT etablierte sich zum Standard in der ophthalmologischen Diagnostik für unterschiedlichste retinale Pathologien, aber auch in der Glaukomdiagnostik.

Die neueste Generation von Spectral-Domain (bzw. synonym Fourier-Domain-OCT, SD-OCT/FD-OCT) ermöglicht bis zu 53.000 Scans pro Sekunde, woraus eine deutlich höhere Auflösung resultiert. Das Reflexionsbild der Netzhaut kann bis auf wenige Mikrometer genau auf-

bündeldefekt. Andere Hersteller haben sich dazu entschlossen, die Ganglienzellschicht als funktionelle Einheit auszuwerten, was eine aufwendige Segmentation der einzelnen Netzhautschichten voraussetzt. Auch ein Volume-Scan über der Papille zur Erfassung der Papillentopographie (Abb. 3) ist bei einigen Herstellern softwaremäßig implementiert.

## GDx

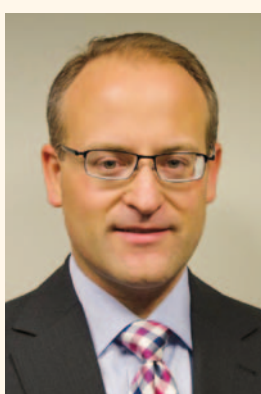
1993 wurden erstmals Geräte zur Messung der retinalen Nervenfaserdicke, sogenannte Nerve-Fiber-Analyzer, auf den Markt gebracht. Das GDx (Glaucoma Diagnostics) ist die dritte Generation dieser Gerätereihe.

Das GDx beruht auf dem Prinzip der Scanning-Laser-Polarimetrie (SLP). Ein 780-nm-Laser wird hierbei

benutzt, um parapapilläre Scans der retinalen Nervenfaserschicht (RNFL) aufzunehmen. Diese werden mit einer Standarddatenbank verglichen. Das Grundprinzip erklärt sich durch das Auftreffen von polarisiertem Licht auf die zylindrischen Mikrotubuli (die kleinsten Unterstrukturen der retinalen Nervenfaserschicht), die in parallel angeordneten Axonen der retinalen



Jens Funk



Marc Töteberg-Harms



Stefan Langenegger

Patienten-Management ist der Ziel-druck eine zentrale Größe. Einmal festgelegt, muss er immer wieder überprüft und – wenn nötig – angepasst werden. Bei dieser Entscheidung ist es elementar, eine Progression frühzeitig zu erkennen. Hierzu dienen sowohl die biomikroskopische Papillenbeurteilung als auch die Perimetrie. Die Papillenbeurteilung kann zusätzlich um Papillen- und Nervenfasersfotografien sowie um den Flicker-Vergleich (Überblenden zweier in Größe und Ausrichtung aufeinander abgestimmter Papillenfotos zu unterschiedlichen Untersuchungszeitpunkten) ergänzt werden. Generell ist die klinische Papillenbeurteilung subjektiv und nicht unerheblich von der Erfahrung des Untersuchers abhängig.

Die Perimetrie ist von der guten Mitarbeit des Patienten abhängig und deshalb oft schwankend und dann wenig aussagekräftig. Eine beginnende Progression eines Glaukomschadens ist in diesen Fällen schwierig zu erkennen und verzögert sich aus den genannten Gründen nicht selten. Daher besteht der Wunsch nach zusätzlichen objektivierbaren, verlässlichen und präzisen Untersuchungsmethoden.

## Optische Kohärenztomographie

Die Funktionsweise der Optischen Kohärenztomographie (OCT) ist mit derjenigen des Ultraschalls zu vergleichen. Während das Ultraschallgerät reflektierte Schallwellen nutzt, ist es bei der OCT sichtbares Licht einer definierten Wellenlänge (Laser). Dieses wird von den unterschiedlichen Gewebeschichten reflektiert. Das Reflexionsmuster wird analysiert und die Interferenz der reflektierten Signale in den unterschiedlich tiefen Netzhautschichten detektiert.

Die erste kommerzielle Generation von OCT-Scannern war ab 1991 erhältlich. Das Zeiss OCT1 erreichte 100 axiale Scans pro Sekunde. Bereits

gelöst werden. Derzeit sind etwas weniger als ein Dutzend SD-OCT-Geräte auf dem Markt (z.B. von Topcon, Heidelberg, Zeiss, Optovue, OTI, Optopol, Nidek, Bioptigen).

Bei der älteren Time-Domain-OCT-Technologie (TD-OCT) wurde ein Spiegel im Referenz-Kanal des Interferometers mechanisch hin und her bewegt. Die Notwendigkeit der mechanischen Bewegung des Referenzspiegels limitierte die Scan-Geschwindigkeit. Bei der SD-OCT-Technologie bleibt der Referenzspiegel unbewegt, woraus eine erheblich gesteigerte Scan-Geschwindigkeit resultiert. Durch die kurze Scan-Zeit bei der SD-OCT entfallen Bewegungsartefakte, wie sie von der TD-OCT bekannt waren, praktisch gänzlich.

Zur Glaukomdiagnostik wird mit der SD-OCT in der Regel die peripapilläre Nervenfaserschichtdicke (Abb. 1) entlang eines Kreises um die Papille (Circle-Scan) gemessen. Während die Positionierung des Papillenscans bisher manuell an einem Aufsicht-Bild der Papille ausgerichtet wurde orientieren sich neuere Geräte entlang der Grenzen der an der Papille endenden Bruch'schen Membran und versprechen so eine anatomisch korrektere Zentrierung. Diese anatomische Papillengrenzung kann von der klinischen abweichen.

Die neu auch zur Verfügung stehende Posterior-Pole-Analyse (P-Pole, Abb. 2) errechnet die Netzhautdicke (und damit implizit auch die Dicke der Nervenfaserschicht) an definierten Orten des posterioren Pols und vergleicht die Netzhautdicke korrespondierender Orte (z.B. superior temporal vs. inferior temporal oder rechtes Auge vs. linkes Auge) miteinander. Ergibt dieser Vergleich eine Asymmetrie, so ist dies Hinweis für eine glaukomatöse Entwicklung entsprechend einem Nervenfaser-

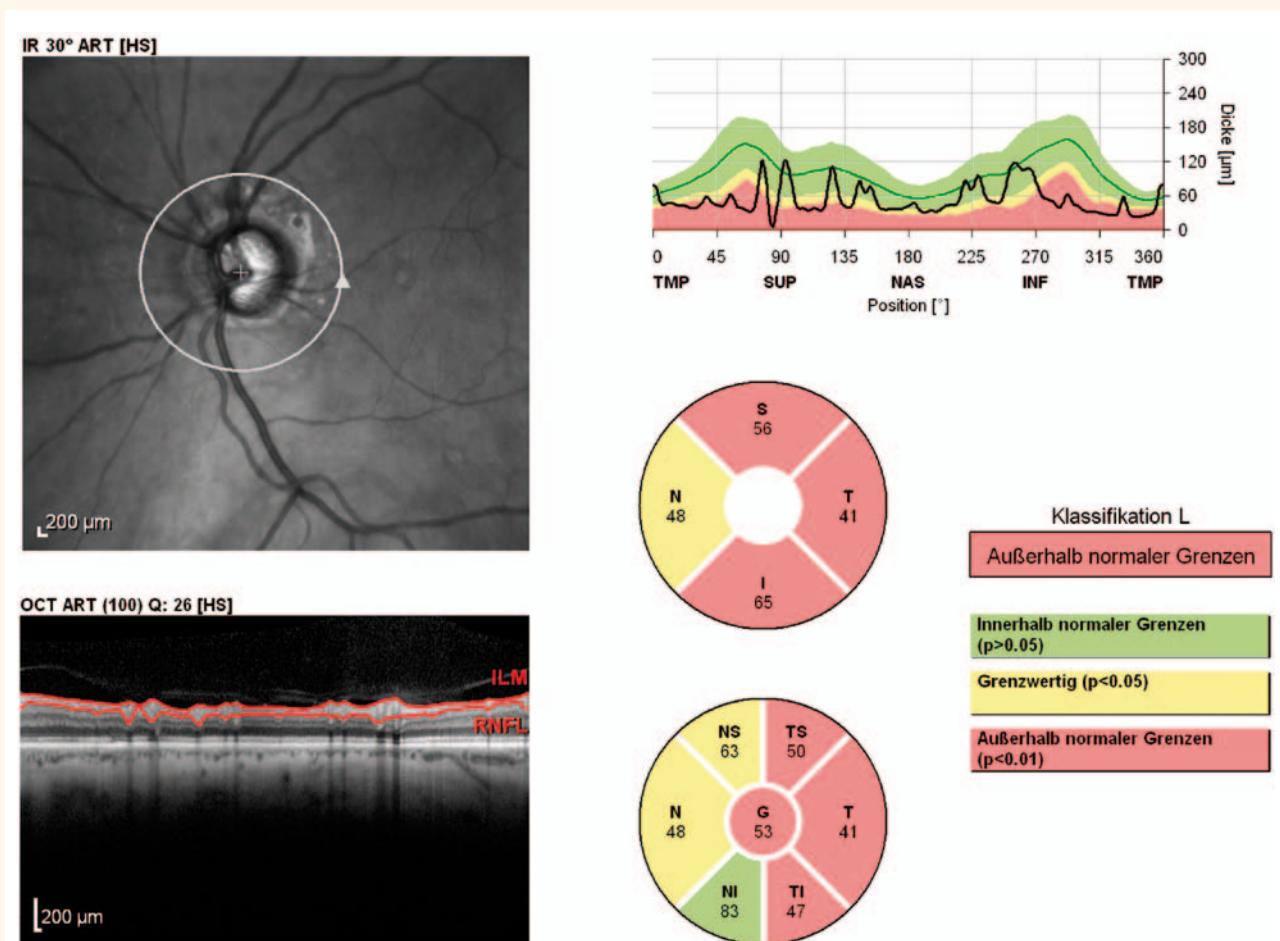


Abb. 1: SD-OCT-Messung der peripapillären Nervenfaserschicht (RNFL circle-scan, Heidelberg Spectralis-OCT).

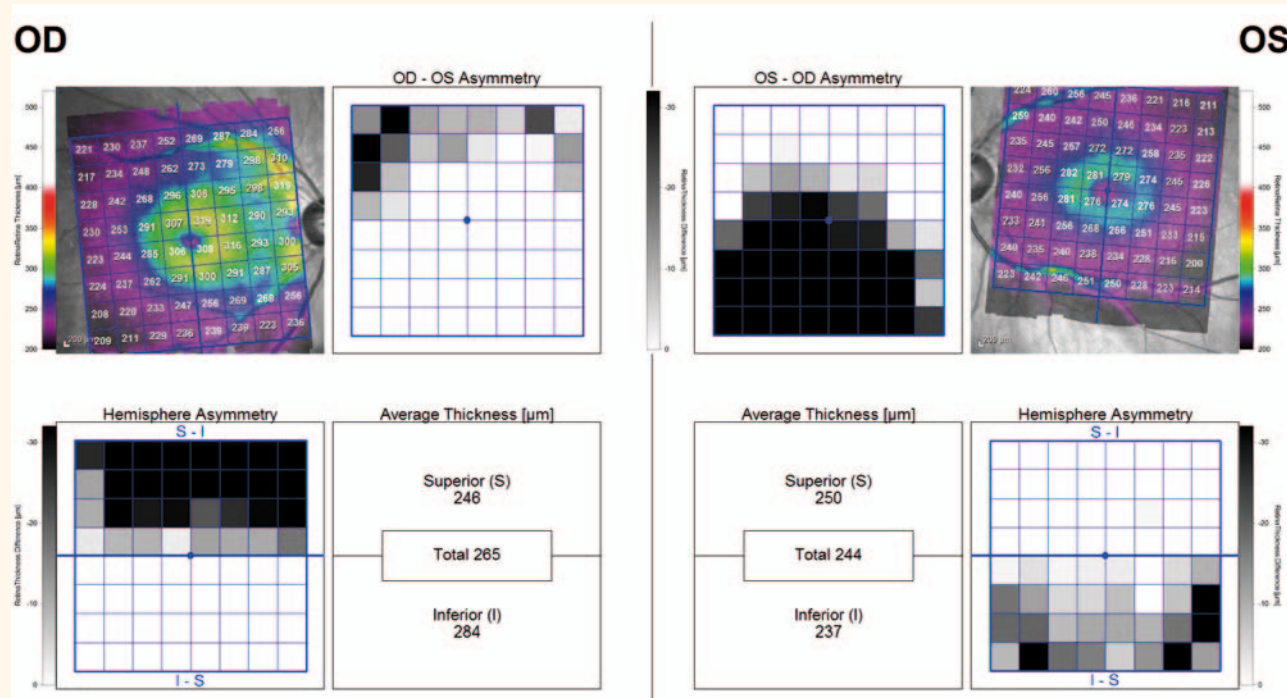


Abb. 2: SD-OCT-Posterior-Pole-Assymetrie-Analyse (Heidelberg Spectralis-OCT).

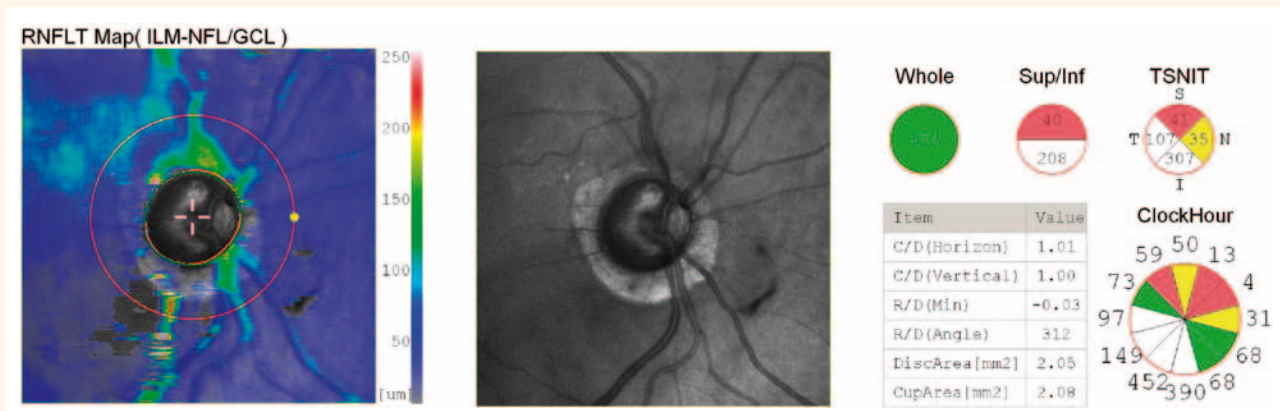


Abb. 3: SD-OCT-Papillen-Topographie (Nidek-OCT RS-320T).



Nervenfaserschicht anzutreffen sind. Es entstehen durch Doppelbrechung zwei phasenverschobene Teilstrahlen unterschiedlicher Geschwindigkeit. Diese Phasenverschiebung wird als Retardation bezeichnet und vom Gerät gemessen. Der Wert der Retardation ist proportional zur Nervenfaserschichtdicke.

Da nicht nur die Nervenfaserschicht, sondern auch die Kornea und in geringerem Maße auch die Linse doppelbrechende Eigenschaften aufweisen und somit die Messergebnisse beeinflussen können, wurde ein variabler Korneakompensator (Variable Cornea Compensation, VCC) integriert. Einfach gesagt, werden die

vorderen Augensegmente eigens vermessen und aus dem Signal der Nervenfaserschicht herausgerechnet. GdxPro (mit Enhanced Corneal Compensator, ECC) ist eine noch aktuellere Weiterentwicklung dieses Systems.

Patienten müssen für die Untersuchung nicht dilatiert werden, da die Pupillenweite keinen Einfluss auf die Bildqualität hat. Die Auswertung der Untersuchung orientiert sich an einer Vergleichsdatenbank und stellt die Nervenfaserschichtdicke farb-kodiert dar. Nervenfaserbündeldefekte können so leicht erkannt werden. Ebenso wurde ein zusätzlicher Indikator kreiert, der sich aus

verschiedenen Untersuchungs- und Messparametern zusammensetzt und Glaukompatienten von gesunden Patienten unterscheiden soll. Es handelt sich hierbei um den Nervenfaserindikator (NFI). Bei Werten zwischen 51 und 100 ist die Nervenfaserschicht geschädigt, Werte von 31 bis 50 beschreiben einen Glaukomverdacht, und Werte von 1 bis 30 entsprechen einem Normalbefund.

#### Zusammenfassung

Sowohl die optische Kohärenztomographie (OCT) als auch die Scanning-Laser-Polarimetrie (GDx) sind wichtige technische Hilfsmittel, die die standardmäßige Glaukomdiagnostik

(Tensio, Perimetrie und Papillenbeurteilung) sinnvoll ergänzen.

Die beiden Verfahren sind sensibel für Erstdiagnostik und um eine Progression zu erkennen. Ein weiterer Vorteil ist, dass beide Diagnosegeräte auch von ärztlichem Hilfspersonal bedient werden können und dass keine Mydriasis erforderlich ist.

Das GDx dient – wie das etablierte HRT – ausschließlich der Glaukomdiagnostik. Der Vorteil der OCT ist, dass sie gleichzeitig zur Netzhaut-, Glaukom- und zur Diagnostik des vorderen Segmentes eingesetzt werden kann.

Das Glaukommanagement und die Glaukomabklärung sollten heute

standardmäßig um mindestens eines dieser „hightech tools“ ergänzt werden. ■

KU 129  
Raum 3

Fr., 21.03.  
14.15–15.45 h

#### Autoren:

Dr. med Marc Töteberg-Harms  
E-Mail: marc.toeteberg@usz.ch  
Dr. med. Stefan Langenegger  
E-Mail: stefan.langenegger@usz.ch  
Prof. Dr. med. Dr. rer. nat. Jens Funk  
E-Mail: jens.funk@usz.ch  
UniversitätsSpital Zürich  
Augenklinik  
Frauenklinikstr. 24  
CH-8091 Zürich

## Interesse an der Niederlassung?

**DÜSSELDORF** [dk] Augenärztinnen und -ärzte, die planen, sich in eigener Praxis niederzulassen, erhalten einen umfassenden Überblick im Praxisübernahme- und Niederlassungsseminar des BVA am Samstag, 22. März, von 9 bis 18 Uhr.

Das Ganztagesseminar stellt alle wesentlichen Aspekte vor, die im Zusammenhang mit einer Praxisübernahme oder Neuniederlassung von Relevanz sind. Dabei wird neben dem Basiswissen auch dem Bereich „Problemfelder und Fallstricke“ breiter Raum gewidmet. Augenärzte, Volkswirte, Rechts- und Finanzexperten stehen als fachkundige Referenten auch für Diskussionen mit dem Auditorium zur Verfügung.

Die Themenübersicht sieht unter anderem folgende Schwerpunkte vor:

- die Zukunft als angestellter oder freiberuflich tätiger Augenarzt
- die Zulassung
- Praxiserwerb und -finanzierung
- Praxiskosten/Praxiswert
- erforderliche Versicherungen
- Vergütung ärztlicher Leistungen
- steuerliche Aspekte
- neue Versorgungsstrukturen. ■

KU 107

Raum 26

Sa., 22.03.  
9.00–18.00 h

## Ringvorlesung Strabologie

**DÜSSELDORF** [dk] Die Ringvorlesung Strabologie wird am Samstag, 22. März, angeboten. Eine Anmeldung hierzu ist „zwingend erforderlich“.

Die Reihe umfasst vier eineinhalbstündige Kurse, die jeweils einem Themenschwerpunkt zugeordnet sind. Die Ringvorlesung beginnt mit der Kinderophthalmologie (9.00–10.30 h), wird fortgesetzt mit Referaten zur Augenmuskelchirurgie (10.50–12.20 h) und befasst sich nach der Mittagspause zunächst mit Fragestellungen der Strabologie und Neuro-Ophthalmologie (13.30–15.00 h) sowie abschließend mit der Endokrinen Orbitopathie (15.20–16.50 h). ■

VO 9-12  
Raum 1

Sa., 22.03.  
9.00–16.50 h

DER NEUE HIGH-SPEED VITREKTOR MACH2

# DIE EFFIZIENZ DER ZWEI SCHNEIDEN.

SCHNELLE KERN-VITREKTOMIE UND SICHERES VITREOUS BASE SHAVING.

**AB SOFORT VERFÜGBAR**

**SCHNEIDRATE**  
bis zu 12.000 cpm

**DOPPELSCHNEIDE**  
Langanhaltende exzellente Schneid-Qualität

**PERMANENT OFFEN**  
Schnelle Kern-vitrektomie

**KONSTANTER FLOW**  
Kontrolliertes, sicheres Shaving



**UNO COLORLINE MACH2**

**UNO COLORLINE MACH2 23 G\***  
**G-42302** – 1 Stück pro Box  
**G-46302** – 6 Stück pro Box

\* passend für Megatron/Megatron S3 / Megatron S4

**Geuder**  
Precision made in Germany

WWW.GEUDER.DE